

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Osteoarthritis

1. Definisi

Osteoarthritis atau biasa disebut OA adalah penyakit degeneratif sendi di lutut yang mengalami pemecahan biokimia artikular (hialine) tulang rawan di sendi sinovial lutut sehingga kartilago sendi rusak atau terkikis sedikit demi sedikit, bentuk tidak simetris dan tidak ada peradangan, adanya degenerasi kartilago sendi dan pembentukan tulang baru (osteofit) pada pinggir sendi (Suhendriyo, 2014).

Osteoarthritis adalah tulang rawan sendi lutut yang menipis dan membentuk retakan retakan pada permukaan chondrium sampai mengalami erosi yang di akibatkan oleh inflamasi sendi. Proses fisiologi tubuh melakukan perbaikan pada tulang rawan tersebut, tetapi bersamaan proses degenerasi maka terjadi penurunan fungsi hormon yang mengatur kestabilan kerja osteoclas dan osteoblas sehingga perbaikan tulang tidak teratur dan menyebabkan osteofit (Haryoko dan Juliastuti, 2016).

2. Etiologi

Berikut beberapa penyebab penyakit degeneratif pada sendi lutut (Agustin, 2015):

1. Usia

Semakin bertambahnya usia maka semakin besar resiko terkena osteoarthritis karena sendi lutut sebagai penumpu berat badan mengalami kompresi, tekanan maupun gesekan dan mengakibatkan tulang rawan kartilago terkikis serta degenerasi.

2. Obesitas

Berat badan berlebih menambah beban lutut untuk menopang berat badan tersebut sehingga sendi lutut terkompresi, semakin terkompresi semakin besar terjadinya kerusakan pada kartilago.

3. Genetik atau faktor bawaan

Struktur laxity dan kartilago serta permukaannya tidak teratur karena faktor bawaan salah satu resiko terjadinya osteoarthritis.

4. Trauma

Cidera atau benturan di sendi lutut dapat menyebabkan kerusakan pada tulang rawan dan struktur-struktur sendi lainnya

5. Pekerjaan

Pekerjaan yang sering menggunakan sendi lutut dapat memicu terjadinya osteoarthritis

6. Hormon dan penyakit metabolisme

Perubahan degeneratif sendi lutut dapat terjadi karena adanya perubahan hormonal terjadi pada perempuan yang menopause dan seseorang yang memiliki riwayat penyakit diabetes melitus dapat terkena osteoarthritis.

3. Grade *osteoarthritis*

Grade pada *osteoarthritis* menggunakan sistem kellgren dan lawrence, sistem kellgren dan lawrence adalah sistem yang diterima dari tahun 1961 oleh WHO hingga sekarang masih digunakan. Grade diketahui dari pemeriksaan spesifik dan fisik. Berikut beberapa grade menurut Kellgren dan Lawrence (Pratiwi, 2015):

- a. Grade 0 : tidak ada gambaran radiografi tentang *osteoarthritis*
- b. Grade 1 : sendi terlihat normal dan terdapat osteofit
- c. Grade 2 : celah sendi normal, terdapat kista subkondral dan osteofit sendi lutut tempat dengan sklerosis subkondral
- d. Grade 3 : terdapat penyempitan celah sendi, deformitas pada garis tulang dan osteofit moderat
- e. Grade 4 : tidak ada celah sendi, terdapat kista subkondral serta sklerosis dan terdapat banyak osteofit.

4. Tanda dan gejala

Tanda dan gejala yang di akibatkan oleh penyakit *osteoarthritis* antara lain sebagai berikut (Haryoko dan Juliastuti, 2016) :

- a. Tanda: nyeri lutut, krepitasi, lutut kaku <30 menit pada waktu pagi dan ada oedem pada lutut.
- b. Gejala: Kelemahan otot *quadriceps*, deformitas (pembesaran sendi), instabilitas sendi dan gangguan fungsional lutut (berjalan, jongkok, berdiri dari duduk, naik turun tangga dan sebagainya).

5. Faktor risiko

Menurut Berenbaum 2008 faktor perubahan ini masih belum pasti tetapi berikut beberapa faktor resiko yang mungkin seseorang mengalami *osteoarthritis* (Wardhani, 2009):

a. Umur

Penelitian epidemiologi menunjukan prevalensi OA semakin meningkat seiring bertambahnya usia meliputi OA ringan sampai berat. OA ditemukan pada usia >60 tahun dan jarang <40 tahun karena perubahan jaringan sekitar.

b. Jenis kelamin

Wanita cenderung lebih sering terkena OA dibanding laki-laki, diduga karena diameter sagital dan transversal ujung proximal tibia dengan permukaan sendi lebih besar pada wanita maka dari itu menunjukkan bahwa lutut wanita lebih besar daya tumpu per unit area permukaan sendi.

c. Kegarisan (garis tungkai)

Sudut femoral-tibia diukur dalam posisi berdiri dan melihat parameter deformitas varus, jika terkena OA sudutnya bisa mencapai $>180^\circ$.

d. Kegemukan

Indeks masa tubuh berkaitan dengan OA lutut bilateral baik wanita maupun laki-laki. Peningkatan beban mekanik pada sendi karena bertambahnya berat badan.

e. Genetik

Kelainan jaringan kartilago, struktur dan fungsi sendi lainnya.

f. Cedera sendi

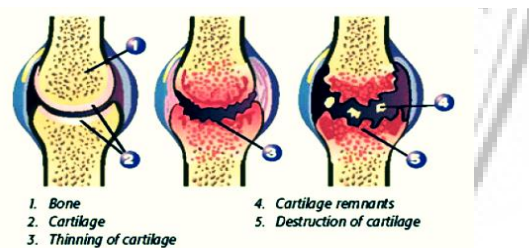
Penggunaan sendi yang terus-menerus dalam jangka panjang dan mengalami cedera lutut yang berat dapat berkaitan dengan terjadinya OA lutut satu sisi.

6. Patogenesis *osteoarthritis*

Menurut Setiyohadi sinovitis berperan dalam patogenesis osteoarthritis selain kondrosit. Saat terjadi inflamasi pada sinovitis maka menghasilkan matrix metaloproteinases (MMps) dan macam-macam sitokin yang masuk ke dalam sendi sehingga merusak matrix rawan sendi kemudian mengaktifkan kondrosit dan tulang subkondral ikut berperan dimana osteoblas terangsang dan menghasilkan enzim proteolitik. Dan menurut Hamijoyo OA degradasi

tulang rawan sendi lebih besar dibandingkan pembentukan. Tulang rawan kartilago mengalami erosi, tidak rata dan menipis sehingga menimbulkan nyeri, kekakuan, oedem serta gangguan pergerakan disendi lutut. Tuang kartilago saling berbenturan terus-menerus dan membuat kerusakan sendi lutut kemudian tubuh bereaksi membentuk tulang baru (osteofit) kemudian tulang rawan sendi mengalami perubahan bentuk atau membesar (Juliana, 2016).

Tulang rawan memecah, stres mekanik berlebihan dan jatuh pada struktur-struktur sendi lainnya seperti gelembungan dari kapsul *synovial* akibat peningkatan cairan sendi, mikrofaktur, kerusakan ligamen, sinovium, atau *meniscus* (iritasi periosteal). Akibatnya pengikisan terhadap tulang rawan terjadi dan membentuk tulang baru di lapisan sendi (osteofit) kemudian menyebabkan nyeri lutut *osteoarthritis* (Haryoko dan Juliastuti, 2016).



Gambar 2.1. Patofisiologi *osteoarthritis* (Google, 2018)

7. Pemeriksaan spesifik pasien *osteoarthritis* :

a. Stabilitas Test

1) Hiperekstensi

Lakukan gerakan hiperekstensi pada knee joint, tujuannya untuk mengetahui adanya kelainan ligamen crusiatum anterior.



Gambar 2.2. Hiperekstensi (Google, 2018)

2) Gravity sign

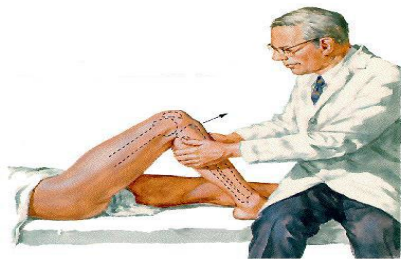
Pasien terlentang dan terapis mengangkat kedua kaki penderita hingga knee joint 90° . satu tangan menyangga pada tumit pasien dan tangan lainnya pada kedua lutut. Perhatikan tuberositas tibia, normal bila keduanya sejajar, tujuannya untuk mengetahui kelainan pada lig. crusiatum posterior.



Gambar 2.3. Gravity sign (Google, 2018)

3) Laci sorong (Anterior dan Posterior)

Posisi pasien terlentang, knee joint fleksi sekitar 70°. lakukan tarikan atau dorongan pada os tibia. Perhatikan gerakan translasi yang terjadi, tujuannya untuk mengetahui kelainan ligamen crusiatum anterior begitu juga sebaliknya.



Gambar 2.4. Laci sorong (Google, 2018)

4) *Lachman test*

Posisi pasien terlentang dengan *knee joint* fleksi sekitar 10-20°. kedua tangan pemeriksa pada tulang tibia bagian posterior. Lakukan tarikan ke depan, perhatikan gerakan pada tulang tibia, tujuannya untuk mengetahui kelainan atau ruptur pada ligamen crusiatum anterior.

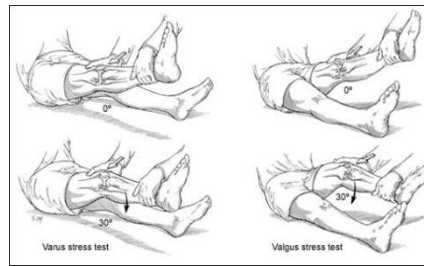


Gambar 2.5. *Lachman test* (Google, 2018)

5) *Varus-Valgus stress test*

Posisi pasien terlentang dengan kaki yang diperiksa berada diluar bed. Letakkan tangan pada medial dan tangan lainnya pada ankle. Lakukan tekanan kedalam pada tangan yang berada di ankle untuk

stabilitas valgus, tujuannya untuk mengetahui kelainan pada ligament collateral lateral dan collateral medial.



Gambar 2.6. *Varus-Valgus stress test* (Google, 2018)

6) *Apley Test Compression*

Pasien tengkurap dengan knee fleksi 90°, lakukan fiksasi pada paha dengan menggunakan lutut/tangan pemeriksa. Lakukan gerakan rotasi medial dan lateral dikombinasikan dengan compressi, tujuannya untuk mengetahui adanya kelainan pada meniscus.



Gambar 2.7. *Apley Test Compression* (Google, 2018)

7) *Apley Test Traction*

Posisi pasien seperti diatas, lakukan gerakan rotasi lateral dan medial dikombinasikan dengan traksi pada knee joint, tujuannya untuk mengetahui kelainan pada ligament collateral lateral dan collateral medial knee.



Gambar 2.8. *Apley Test Traction* (Google, 2018)

8) *Clarkes sign*

Posisi pasien terlentang dengan lurus, lakukan penekanan ke dorsal pada tulang patella. Pasien diminta lakukan kontraksi pada m. Rectus femoris atau gerakan mengangkat patella ke atas, tujuannya untuk mengetahui adanya kelainan pada permukaan *kartilago patella femoral joint*.



Gambar 2.9. *Clarkes sign* (Google, 2018)

9) *Fluctuation Test*

Ibu jari dan jari telunjuk dari satu tangan diletakkan disebelah kiri dan disebelah kanan patella. Sese kali proc. Supra patellaris dikosongkan memakai tangan lain, maka ibu jari dan jari telunjuk seolah-olah terdorong oleh perpindahan cairan itu. Bila ada cairan dalam lutut yang melebihi normal maka tes tersebut akan positif.



Gambar 2.10. *Fluctuation Test* (Googe, 2018)

10) *Ballotement Test*

Ressesus patellaris dikosongkan dengan menekan menggunakan satu tangan, sementara jari-jari tangan lainnya menekan patella kebawah. Bila banyak cairan dalam lutut maka patella akan terangkat dan memungkinkan sedikit ada cairan.



Gambar 2.11. *Ballotement Test* (Google, 2018)

11) *Mc.Murray Test*

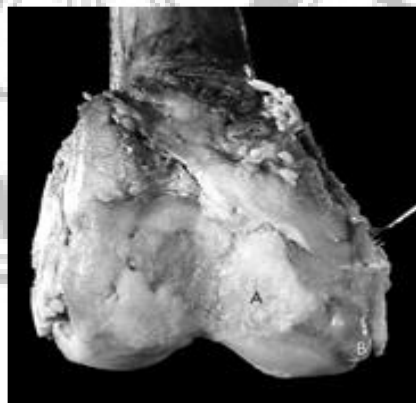
Pasien terlentang dengan knee fleksi dan medial rotasi tibia untuk meniscus lateral. Demikian juga sebaliknya untuk memeriksa meniscus medialis, tujuannya untuk mengetahui kelainan pada meniscus medialis dan meniscus lateral.



Gambar 2.12. *Mc.Murray Test* (Google, 2018)

b. Foto Rontgen

Kriteria diagnosis radiologi osteoarthritis lutut yaitu sklerosis subkondral, pembentukan osteofit dan berat jika terlihat kista subkondral. Bila curiga terdapat robekan ligamen dan meniskus segera lakukan pemeriksaan MRI dengan menunjukkan gambar yang jelas akan tetapi MRI bukan alat diagnosis yang rutin karena sering tidak merubah rancangan terapi dan mahal. Analisis cairan sendi juga didapatkan gambarannya normal, jika terdapat peningkatan jumlah leukosit kemungkinan terjadi arthritis inflamasi atau artropati kristal (Maharani, 2017) .



Gambar 2.13. Kriteria diagnosis radiologi *osteoarthritis* lutut
(Maharani, 2007)

Kriteria diagnosis Osteoarthritis lutut menggunakan klasifikasi kriteria *American College of Rheumatology*, seperti berikut tabel 2.1 dibawah ini:

Tabel 2.1. Kriteria klasifikasi OA lutut

Laboratorik dan Klinik	Radiografik dan Klinik	Klinik
<p>Nyeri lutut \pm 5 dari 9 kriteria berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Usia >50 tahun 2. Krepitasi 3. Kekakuan pagi <30 menit 4. Pembesaran tulang 5. Nyeri tekan 6. Tidak panas (raba) 7. RF <1:40 8. LED <40 mm/jam 9. Analisis cairan sendi normal 	<p>Nyeri lutut \pm 1 dari 3 kriteria berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Usia >50 tahun 2. Krepitasi 3. Kekakuan pagi <30 menit 4. Osteofit 	<p>Nyeri lutut \pm 3 dari 6 kriteria berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Usia >50 tahun 2. Krepitasi 3. Nyeri tekan 4. Kekakuan pagi <30 menit 5. Tidak panas (raba) 6. Pembesaran tulang

8. Pola Berjalan

Menurut Braddom, berjalan normal diartikan dengan gerakan yang ritmis, bergantian anggota gerak bawah dan menghasikan gerakan pusat gravitasi ke depan, adapun beberapa fase berjalan/*gait*(Wardhani, 2009):

a. Siklus *gait*

Saat tumit menyentuh lantai (*heel strike*) dari satu tungkai sampai ke *heel strike* berikutnya dari tungkai yang sama. Ada 60% *stance phase* dan 40% *swing phase*

b. *Stance phase*

Adalah gerakan dimulai saat *heel strike* dan berakhir saat ibu jari kaki tungkai yang sama terangkat dari lantai (*toe-off*). Ada 4 *stance phase* antara lain:

1. *Heel strike* : posisi pertama saat tumit menyentuh lantai
2. *Foot flat* : posisi kedua saat telapak kaki menyentuh lantai
3. *Mid stance* : posisi ketiga saat berat badan berada diatas tungkai yang menumpu
4. *Push off* : posisi keempat saat diantara *heel off* dan *toe off* dari tungkai yang sama

c. *Swing phase*

Saat tungkai bawah mengayun ke depan (melangkah), dimulai saat *toe off* dan berakhir saat *heel strike*. *Swing phase* terdiri atas 3 bagian:

1. Akselerasi : saat kaki lepas landas dari lantai dan terjadi percepatan agar kaki berada didepan tubuh untuk bersiap *heel strike* selanjutnya
2. *Mid swing* : saat tungkai menyusul kedepan tepat berada dibawah badan. Tungkai harus memendek agar kaki dapat tinggal landas dengan sempurna
3. Deselerasi : saat setelah *mid swing*, gerakan kedepan dari tungkai diperlambat untuk mengontrol posisi kaki dalam mempersiapkan *heel strike* berikutnya

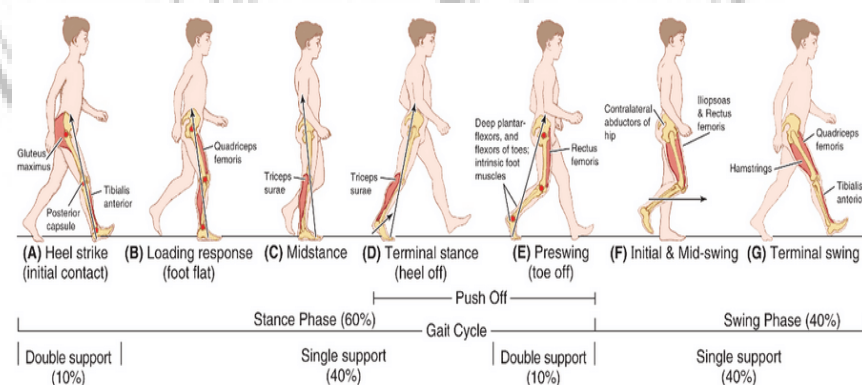
Menurut Calliet *Double support* adalah saat kedua kaki kontak dengan lantai secara bersamaan, terjadi saat *heel off* dan *toe off* sisi yang satu dan *heel strike* serta *foot flat* disisi yang lain. *Double support* hanya terjadi saat

berjalan dan tidak terjadi saat berlari. Faktor yang berperan dalam evaluasi pola berjalan (Wardhani 2009):

- a. Koordinasi neurmuskuler
- b. Pengaruh kelompok otot *hamstring*
- c. Pergerakan sendi yang adekuat
- d. Kelompok otot *quadrieps*
- e. Pengaruh sendi paha dan kaki
- f. Struktur sekitar lutut
- g. Sistim proprioseptif
- d. Kecepatan berjalan (*walking velocity*)

Waktu dengan satuan panjang per detik untuk menempuh suatu jarak tertentu. Meningkatkan kecepatan berjalan dengan cara meningkatkan:

1. *cadence/stride length* : yaitu jumlah langkah dalam 1 menit, pada orang dewasa normal 90-120 kali per menit
2. *Stride length* : panjang langkah seseorang saat pijakan kaki kanan sampai ke langkah kaki kanan selanjutnya (cm).



Gambar 2.14. Pola jalan (Google, 2018)

9. Flexibilitas

Flexibilitas adalah bagian yang berpengaruh untuk membentuk gerakan yang diinginkan. Terutama saat mengalami peningkatan nyeri dan spasme mengakibatkan gangguan pada ROM lutut, saat fleksi dan ekstensi tidak dapat full ROM. Jika ekstensi $<5^{\circ}$ dan fleksi $<135^{\circ}$, peningkatan nyeri dapat mengakibatkan pemendekan pada otot *quadriceps* dan gangguan fleksibilitas *hamstring* sehingga mengalami gangguan berjalan serta kehilangan fase berjalan. Ada 2 komponen yang mempengaruhi gerakan yang diinginkan secara efektif dan efisien (tepat sasaran dan tepat waktu), antara lain(Wardhani, 2009):

a. Flexibilitas otot, jaringan konektif dan kulit

Memelihara dan mengatur gerakan dengan proses pemanjangan dan pemendekan sesuai kebutuhan mobilitas sendi dalam kegiatan sehari-hari

b. Lingkup gerak sendi

Struktur sendi bekerja sesuai dengan kebutuhan gerakan yang akan dilakukan sehingga dapat menentukan arah dan bentuk gerakan yang dihasilkan

Flexibilitas jaringan diatas maka ada 2 hal yang perlu diperiksa, antara lain:

- a. Flexibilitas statis :Menunjukkan jarak gerak sendi yang dimungkinkan
- b. Flexibilitas dinamis : Menunjukkan tahanan pada sendi dari gerakan aktif yang dilakukan (semakin meningkat tahanan maka semakin menurun fleksibilitas dinamis yang dimiliki)

Menurut O'sullivan pada anak laki-laki perkembangan fleksibilitas berjalan stabil pada usia 5-8 tahun, menurun secara perlahan saat usia 12-

13 tahun dan mengalami peningkatan fleksibilitas perlahan sampai usia 18 tahun. Pada anak perempuan perkembangan fleksibilitas berjalan stabil pada usia 5-11 tahun dan mengalami peningkatan sampai pada usia 14 tahun. Semua usia wanita cenderung lebih fleksibel dibandingkan laki-laki terutama pada usia dewasa tua mengalami penurunan fleksibilitas karena perubahan jaringan konektif, tingkat aktivitas, kekuatan otot dan sendi (Wardhani, 2009).

B. Nyeri

1. Definisi

Nyeri menurut IASP (*International Association for the Study of Pain*) yaitu pengalaman sensorial dan emosional yang tidak menyenangkan karena kerusakan jaringan secara aktual dan potensial. Nyeri dirasakan saat lutut semifleksi, naik turun tangga, beraktivitas berat seperti mengangkat beban atau barang, berjalan jauh. Nyeri tersebut dihasilkan oleh kompresi dari osteofit osteofit tersebut dan membuat seseorang membatasi gerakan pada sendi lutut sehingga terjadi penurunan fungsi kekuatan otot, terutama kekuatan otot *quadriceps* yang terhubung dengan sendi lutut (Haryoko dan Juliastuti, 2016).

2. Macam-macam nyeri

Menurut Sidharta ada beberapa macam nyeri (Suryono, 2008):

a. Nyeri neuromuscular non neurogenik

Merupakan Nyeri yang dirasakan pada anggota gerak tubuh akibat akibat proses patologi jaringan disertai serabut nyeri

b. Nyeri neuromuscular societal neurogenik

Merupakan nyeri karena iritasi oleh sensoris perifer dengan bentuk nyeri yang menjalar sepanjang distal saraf

c. Nyeri ridiculer

Merupakan nyeri yang muncul karena iritasi serabut sensorik pada radiks posterior maupun saraf spinal

3. Mekanisme nyeri

Berdasarkan teori gerbang kontrol atau *gate control theory* Mezack dan Wall mengemukakan teori yang banyak diterima oleh para ahli. Menurut teori afferent terdiri dari 2 kelompok serabut yaitu serabut saraf besar (A-Beta) reseptor normal dan serabut saraf kecil (A-Delta) reseptor nyeri dan terjadilah buka-tutup gerbang kontrol nyeri (Suryono, 2008).

Penurunan kekuatan otot dapat terjadi karena nyeri, nyeri yang berkepanjangan menyebabkan otot mengalami inaktivitas atau immobilisasi dimana kekuatan otot menurun cepat 20-30% perminggunya. Nyeri mengakibatkan gangguan pada saraf otot penggerak (motor neuron) sehingga otot tidak dapat berkontraksi secara maksimal dan harus cepat diatasi sebelum otot mengalami kelemahan dan dystropy yang berpengaruh pada penurunan aktivitas neurotransmitter menyebabkan rangsangan pada motor *endplate* dan

rekrutmen motor unit juga menurun sehingga pada akhirnya kekuatan otot menurun (Haryoko dan Juliastuti, 2016).

4. Patofisiologi

Patofisiologi terjadinya nyeri pada kasus *osteoarthritis* yaitu ketika tulang rawan memecah terjadi stres mekanik berlebihan dan jatuh pada struktur-struktur sendi lainnya seperti gelembungan dari kapsul *synovial* secara terus-menerus mengakibatkan peningkatan cairan sendi, mikrofaktur, kerusakan ligamen, sinovium, atau *meniscus* (iritasi periosteal) kemudian menimbulkan pengikisan terhadap tulang rawan dan membentuk tulang baru di lapisan sendi sehingga menyebabkan nyeri pada lutut (Haryoko dan Juliastuti, 2016).

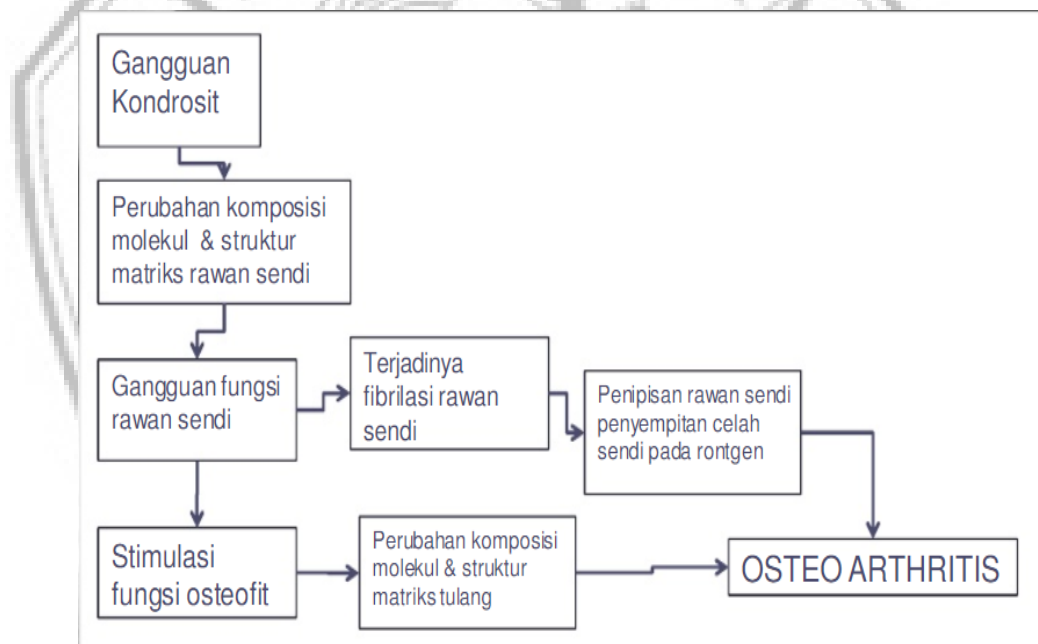
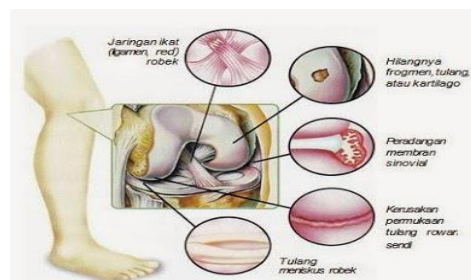


Diagram 2.1. Patofisiologi *Osteoarthritis* (Google, 2018)



Gambar 2.15. Patofisiologi nyeri (Google, 2018)

5. Pengukuran nyeri

Penanganan nyeri yang efektif tergantung pada penilaian penilaian nyeri yang seksama berdasarkan informasi subjektif maupun objektif. Untuk memperoleh informasi masalah pasien lebih baik menggunakan kombinasi pertanyaan terbuka dan tertutup serta tidak menghakimi. Ada beberapa cara untuk mengetahui akibat nyeri menggunakan skala berikut ini antara lain (Novitasari et al, 2015) :

a. *Numeric Rating Scale* (NRS)

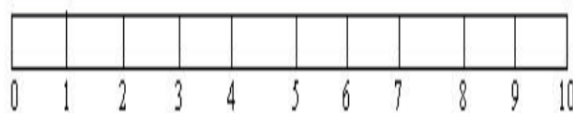
Skala yang menggunakan angka 0-10 untuk mengukur tingkat nyeri dan salah satu skala yang dianggap mudah dimengerti, sensitif terhadap dosis, jenis kelamin dan beda etnis. Berikut klasifikasi nyeri *numeric rating scale* (NRS), meliputi:

0 : Tidak nyeri

1-3 : Nyeri ringan = Secara statis pasien dapat berkomunikasi dengan baik

4-6 : Nyeri sedang = Secara statis pasien meringis, menunjukan tempat nyeri, dapat menjelaskan bentuk nyeri dan paham terhadap perintah

7-10: Nyeri berat = Secara statis pasien kadang tidak mengikuti perintah, dapat menunjukkan tempat nyeri, tidak dapat menjelaskan bentuk nyeri



Gambar 2.16. *Numeric Rating Scale* (Googel, 2018)

b. *Visual analog scale (VAS)*

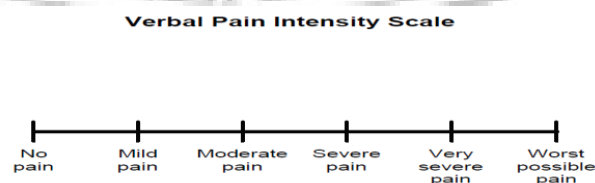
Vas adalah cara yang paling banyak digunakan untuk menilai nyeri, dimana rentang nyeri diwakili garis sepanjang 10 cm dengan atau tanpa tanda pada tiap sentimeter. Tandanya dapat berupa angka atau pernyataan deskriptif dan manfaat utama vas adalah penggunaannya sangat mudah dan sederhana, pasien dipersilahkan memilih angka nyeri yang dirasakan seperti gambar dibawah ini:



Gambar 2.17. *Visual analog scale* (Novitasari et al, 2015)

c. *Verbal rating scale (VRS)*

VRS adalah skala yang menggunakan angka 0 sampai 10 untuk menggambarkan tingkat nyeri sama seperti VAS, manfaat utamanya yaitu pada periode pascabedah dengan hanya menggambarkan nyeri dengan kata-kata antara lain: tidak ada nyeri atau nyeri hilang, sedang, parah, sedikit berkurang, cukup berkurang, baik atau nyeri hilang sama sekali. Skala ini membatasi pilihan kata pasien dan tidak dapat membedakan berbagai tipe nyeri.



Gambar 2.18. *Verbal rating scale* (Novitasari et al, 2015)

C. Kekuatan otot *quadriceps*

1. Definisi

Otot *quadriceps femoris* adalah otot besar pada paha yang terdiri dari 4 otot yaitu otot *rectus femoris*, otot *vastus lateralis*, otot *vastus medialis* dan otot *vastus intermedius*, dimana fungsi ke 4 otot ini sebagai penggerak ekstensi lutut. Kemudian menurut Di Fabio, daya tahan otot dan kekuatan otot anggota gerak bawah diukur tes kekuatan otot menggunakan 1 RM (*one repetition maximum*) untuk mengukur maksimal kekuatan otot dan metode yang populer untuk mengukur kekuatan otot isotonik (Pinontoan et al, 2015).

Penurunan kekuatan otot adaah perubahan nyata karena faktor usia atau penuaan. Menurunnya kekuatan otot timbul karena beberapa faktor massa otot, dimulai pada usia 40 tahun dan semakin memburuk setelah usia >75 tahun. Peneliti di *Columbia University Medical Center* mendapatkan bahwa turunnya kekutan otot pada usia tua karena bocornya kalsium dari kelompok protein dalam sel otot yang disebut ryanodine dan memicu keterbatasan kontraksi serabuotot sehingga otot melemah akibat kekurangan kalsium. Penurunan kekuatan otot pada lansia mempersulit dalam melakukan aktifitas sehari-hari sehingga membutuhkan bantuan dari keluarga maupun orang-orang disekitar dan jika terjadi keterbatasan aktifitas fisik maka dapat memicu penyakit-penyakit lain(Pinontoan et al, 2015).

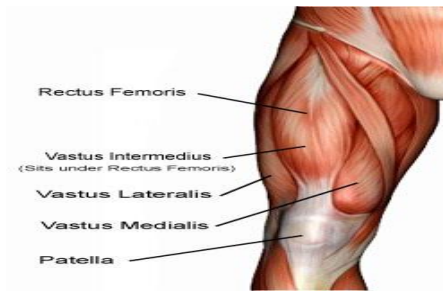
Walaupun nyeri sendi *osteoarthritis* pada lansia telah hilang ketika beristirahat namun nyeri akan muncul kembali karena faktor mekanis (berjalan) dan faktor lingkungan (cuaca dingin, hujan, lembab) serta perempuan dipengaruhi oleh masa menopause dimana hormon estrogen pada wanita tidak berfungsi, hormon ini berfungsi untuk mempertahankan massa

tulang. Apabila masa tulang berkurang otomatis masa kekuatan otot *quadriceps* juga ikut menurun karena gerakan sendi ke tulang yang berkurang (Suherry et al, 2016).

Perubahan struktur pada otot menyebabkan perubahan fungsional otot yaitu terjadinya penurunan kekuatan otot, elastisitas otot dan fleksibilitas otot, kecepatan waktu reaksi dan rileksasi, dan kinerja fungsional. Penurunan fungsi dan kekuatan otot akan mengakibatkan yaitu penurunan kemampuan mempertahankan keseimbangan tubuh, hambatan gerak duduk ke berdiri, peningkatan resiko jatuh, perubahan postur (Utomo, 2010).

Kekuatan otot *quadriceps femoris* yang baik diperlukan untuk aktivitas seperti jalan, bangkit dari posisi duduk, naik turun tangga. Fungsi jalan pada lansia tidak hanya cukup untuk berpindah tempat saja tetapi lansia harus mampu berjalan cepat. Kemampuan jalan cepat diperlukan bila menyeberang jalan, jalan ke kamar mandi / wc dan lain sebagainya. Aktivitas sehari-hari seharusnya dapat dilakukan sendiri tanpa bantuan orang lain. Berdasarkan keterangan WHO (*World Health Organisation*) menetapkan batasan usia lansia antara lain (Utomo, 2010):

- a. Lansia usia tengah (*Middle age*) yaitu 45-59 tahun
- b. Lansia usia pertama (*Elderly*) yaitu 60-74 tahun
- c. Lansia usia tua (*Old*) yaitu 75- \geq 90 tahun



Gambar 2.19. Otot *quadriceps* (Google, 2018)

Tabel 2.2. Anatomi mikroskopis serat otot (Wangko, 2014)

No.	Nama	Fungsi
1.	<i>Sarkolema</i>	Membran plasma dari serat otot yang membungkus sarkoplasma
2.	<i>Sarkoplasma</i>	Sitoplasma dari sebuah serat otot yang berisi <i>organel-organel sel</i> , termasuk miofibril
3.	<i>Glikogen</i>	Cadangan energi untuk kontraksi otot
4.	<i>Mioglobin</i>	Sebuah <i>pigmen</i> merah yang menyimpan oksigen untuk kontraksi otot
5.	Tubulus T (TT)	Merupakan invaginasi sarkolema, yang memungkinkan TT berhubungan dengan luar serat (ekstrasel)
6.	<i>Retikulum sarkoplasmik</i>	Merupakan sistem membran intrasel berisi cairan yang melingkari setiap miofibril yang berfungsi antara lain untuk menyimpan ion Ca^{2+}
7.	<i>Miofibril</i>	Satu berkas dari miofilamen
8.	<i>Miofilamen</i>	Berupa filamen aktin dan filamen miosin yang susunannya menyebabkan pola gelap-terang pada otot; kontraksi otot

Tabel 2.3. Komponen yang ikut serta dalam kontraksi otot (Wangko, 2014)

No.	Nama	Fungsi
1.	<i>Filamen Aktin</i>	Meluncur melewati filamen miosin; menyebabkan kontraksi
2.	Ca^{+2}	Diperlukan oleh filamen miosin untuk mengikat filamen aktin
3.	<i>Filamen Miosin</i>	Menarik filamen aktin; bersifat <u>enzim</u> dan mengandung ATP
4.	<i>ATP</i>	Penyedia energi untuk kontraksi otot

2. Faktor yang mempengaruhi kekuatan otot

Dipengaruhi oleh berbagai faktor, untuk itu pelatih perlu memahami sebelum memulai latihan. Menurut Jonath dan Krempel dalam Syafruddin (1992) faktor-faktor tersebut dapat disebut "*limiting factor*" dalam mempengaruhi kekuatan otot yaitu (Bakhtiar, 2005):

- | | |
|---|--|
| a. Penampang serabut otot | g. Fokus otot |
| b. Jumlah serabut otot (ukuran otot) | h. Koordinasi didalam otot |
| c. Struktur dan bentuk otot | i. Koordinasi otot yang bekerja sama dalam suatu gerakan |
| d. Panjang otot dan tingkat peregangan otot | j. Motivasi, usia dan jenis kelamin |
| e. Kecepatan kontraksi otot | |

Jika dilihat dari faktor penentu kekuatan otot menunjukkan bahwa besarnya fibril otot dan banyaknya fibril otot adalah faktor yang dominan yang akan menentukan baik tidaknya kekuatan otot. Seperti dikemukakan Sugiyanto 1998: 254 bahwa "Kekuatan otot ditentukan oleh besarnya penampang otot serta kualitas kontrol pada otot yang bersangkutan". Hal ini berarti, semakin besar dan banyak fibril ototnya, maka otot tersebut semakin besar sehingga semakin besar pula kemampuannya. Meningkatnya ukuran otot dapat ditingkatkan melalui latihan fisik, terutama dengan latihan berbeban. latihan berbeban yang dilakukan secara teratur dapat memberikan pengaruh terhadap pembesaran ukuran fibril otot (*hypertropy*). Pembesaran fibril otot itulah yang menyebabkan adanya peningkatan kekuatan otot.

3. Jenis-jenis kontraksi otot

Menurut Fox, Harsono, Hohm Mengemukakan jenis kontraksi otot dalam bentuk kekuatan diwujudkan dalam keadaan statis dan dinamis, berikut bentuk dari kontraksi otot antara lain (Bakhtiar, 2005):

a. Kontraksi isometrik (statis)

Adalah ketika otot-otot tidak memanjang atau memendek sehingga tidak terlihat gerakan yang nyata, contohnya: mendorong tembok seakan tembok tersebut akan jatuh.

b. Kontraksi isotonik (dinamis)

Adalah ketika otot-otot terlihat memanjang dan memendek sehingga ada perubahan panjang otot biasanya digunakan dalam bentuk latihan fisik, contohnya: latihan menggunakan barbel

c. Kontraksi isokinetik

Adalah kontraksi maksimal dengan kecepatan yang tetap (iso = sama, kinetik = gerakan), biasanya ditampilkan dalam bentuk olahraga serta perpaduan antara kontraksi isotonik dan isometrik.

d. Kontraksi eksentrik

Adalah kontraksi yang berlawanan dengan kontraksi isotonik, ototnya memanjang bersamaan dan bertambahnya tegangan, contohnya: ketika menurunkan beban atau menahan gerakan gravitasi

4. Pengukuran 1 RM

Pengukuran 1 RM merupakan persentase atas beban maksimum yang dapat diangkat 1 kali usaha (*One Repetition Maximum / 1 RM*). (Pinontoan et al., 2015) kekuatan otot pada lansia akan diukur menggunakan 1 RM dengan gerakan fleksi-ekstensi lutut, fleksi-ekstensi siku, fleksi-ekstensi bahu dan abduksi bahu. Data kemudian diolah baik secara manual maupun dengan komputer dan dibentuk

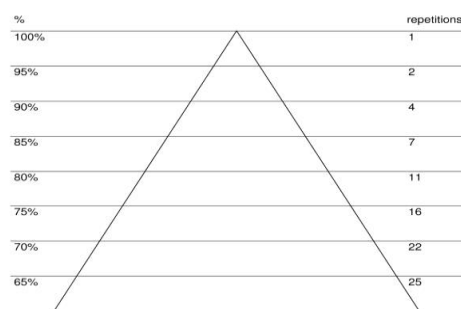


Diagram 2.2. Diagram holten (Google, 2018)

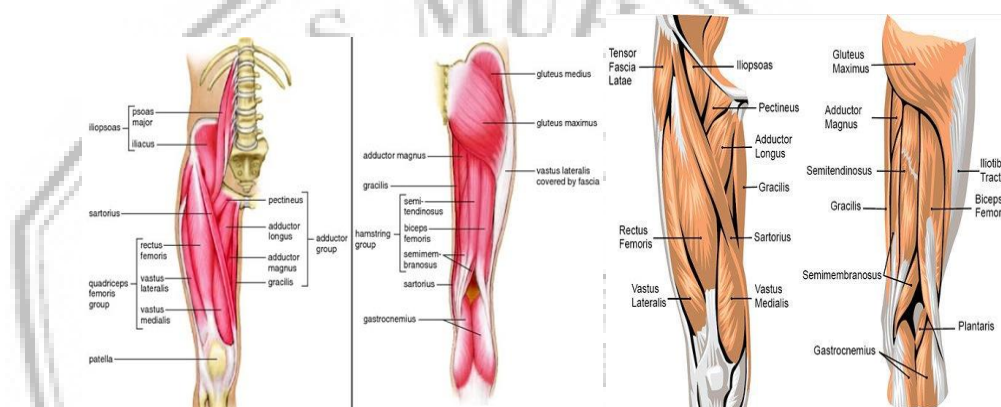
5. Anatomi extremitas bawah

a. Anatomi otot

Tabel 2.4. Otot-otot regio femur (Suryono, 2008)

	Nama otot	Origo	Insertio	Inervasi	Fungsi
Bagian anterior					
1.	<i>m. rectus femoris</i>	<i>SIAI superior asetabulum</i>	<i>Patella</i>	<i>n. femoris L 2-4</i>	<i>Extensi sendi lutut</i>
2.	<i>m. vastus lateralis</i>	<i>Dataran lateral dan anterior trochantor mayor femoris labium lateral linia aspera</i>	<i>Lateral os patella</i>	<i>n. femoris L 2-4</i>	<i>Extensi sendi lutut</i>
3.	<i>m. vastus medialis</i>	<i>Labium medialis linea aspera</i>	<i>Setengah bagian atas os. Patella</i>	<i>n. femoris L 2-4</i>	<i>Extensi sendi lutut</i>
4.	<i>m. vastus intermedius</i>	<i>Dataran anterior corpus femoris</i>	<i>Tuberositas tibia</i>	<i>n. femoris L 2-4</i>	<i>Extensi sendi lutut</i>
Bagian posterior					
5.	<i>m. biceps femoris</i>	<i>Tuber ischiadicum</i>	<i>Fibula bagian lateral dan condylus tibia Condylus medialis tibia</i>	<i>n. peroneus communis Condus laterale tibia</i>	<i>Exorotasi sendi lutut</i>
6.	<i>m. semi tendinosus</i>	<i>Tuber ischiadicum</i>	<i>Condylus medialis tibia</i>	<i>n. tibialis</i>	<i>Flexi dan endorotasi sendi lutut</i>
7.	<i>m. semi membranous</i>	<i>Tuber ischiadicum</i>	<i>Condylus medialis tibia</i>	<i>n. tibialis</i>	<i>Flexi dan endorotasi sendi lutut</i>
8.	<i>m. gastrocnemius</i>	<i>Caput medial pada condylus medialis femoris</i>	<i>Posterior os calcaneus</i>	<i>n. tibialis</i>	<i>Flexi sendi lutut</i>
Bagian medial					
9.	<i>m. sartorius</i>	<i>SIAS</i>	<i>Tuberositas tibia</i>	<i>n. femoralis L 2-4</i>	<i>Flexi external</i>

					<i>rotator sendi lutut</i>
10.	<i>m. gracilis</i>	<i>Ramus inferior os pubis dan os ischii</i>	<i>Tuberositas tibia dibelakang tendon m. sartorius</i>	<i>n. femoralis L 2-4</i>	<i>Flexi internal rotator sendi lutut</i>
Bagian lateral					
11.	<i>m. tensor fecialatae</i>	<i>SIAI dan fasialatae</i>	<i>Tracus illio tibialis</i>	<i>m. gluteus superior cabang n. femoralis L 4-5 L 1-2</i>	<i>Flexor abductor , internal rotasi</i>



Gambar 2.20. Otot-otot regio femur (Googel, 2018)

b. Anatomi tulang

1. Femur (Tulang paha)

Menurut Aswin Tulang femur termasuk tulang panjang yang bersendi ke atas dengan pelvis dan ke bawah dengan tulang tibia. Tulang femur terdiri dari epiphysis proksimal, diaphysis dan epiphysis distalis. Pada tulang femur ini yang berfungsi dalam persendian lutut adalah epiphysis distalis. Epiphysis distalis merupakan bulatan sepanjang yang disebut condylus femoralis lateralis dan medialis. Di bagian proksimal tonjolan tersebut terdapat sebuah bulatan kecil yang disebut epicondylus lateralis

dan medialis. Pandangan dari depan, terdapat dataran sendi yang melebar ke lateral yang disebut facies patellaris yang nantinya bersendi dengan tulang patella. Dan pandangan dari belakang, diantara condylus lateralis dan medialis terdapat cekungan yang disebut fossa intercondyloideal (Suryono, 2008).

2. Patella (Tulang tempurung lutut)

Menurut Aswin adalah tulang dengan bentuk segitiga pipih dengan apeks menghadap ke arah distal. Pada permukaan depan kasar sedangkan permukaan dalam atau dorsal memiliki permukaan sendi yaitu facies articularis medialis yang sempit (Suryono, 2008).

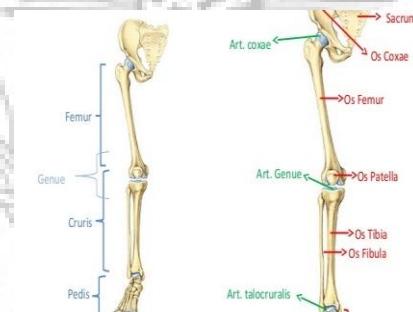
3. Tibia (Tulang kering)

Menurut Aswin terdiri dari epiphysis proximalis, diaphysis, epiphysis distalis. Epiphysis proximalis pada tulang tibia terdiri dari dua bulatan yang disebut condylus lateralis dan condylus medialis yang atasnya terdapat dataran sendi yang disebut facies articularis lateralis dan medialis yang dipisahkan oleh eminentio intercondyloidea. Lutut merupakan sendi yang bentuknya dapat dikatakan tidak ada kesesuaian bentuk, kedua condylus dari femur secara bersama-sama membentuk sejenis katrol (troclea), sebaliknya dataran tibia tidak rata permukaannya, ketidaksesuaian ini dikompensasikan oleh bentuk meniscus. Hubungan - hubungan antara tulang tersebut membentuk suatu sendi yaitu antara tulang femur dan patella disebut articulation patella femorale, hubungan antara tibia dan femur disebut articulatio tibia

femorale. Yang secara keseluruhan dapat dikatakan sebagai sendi lutut atau knee joint (Suryono, 2008).

4. Fibula

Menurut Aswin berbentuk kecil panjang, terletak di sebelah lateral dari tibia juga terdiri dari tiga bagian yaitu epiphysis proximal, diaphysis, dan epiphysis distalis. Epiphysis proximalis membulat disebut capitulum fibula yang ke proximal meruncing menjadi apex capituli fibula. Pada capitulum terdapat dua dataran yang disebut facies articularis capituli fibula untuk bersendi dengan tibia. Diaphysis mempunyai empat crista lateralis, crista medialis, crista lateralis dan facies posterior. Epiphysis distalis ke arah lateral membulat disebut malleolus lateralis (Suryono, 2008).

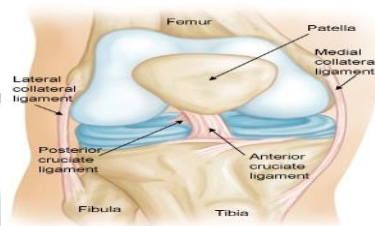


Gambar 2.21. Tulang (Google, 2018)

c. Anatomi ligamen

Tabel 2.5. Ligamen pada lutut (Suryono, 2008)

No.	Nama ligament	Keterangan	Fungsi
1.	<i>Cruciatum anterior</i>	Berjalan dari depan culimintio intercondyloidea ke permukaan medial condyler lateralis femur	Menahan hiperekstensi dan menahan bergesernya tibia ke depan
2.	<i>Cruciatum posterior</i>	Berjalan dari facies lateralis condylus medialis femoris menuju ke fossa intercondylodea tibia	Menahan bergesernya tibia ke arah belakang
3.	<i>Collateral lateral</i>	Berjalan dari epicondylus lateralis ke capitulum fibula	Menahan gerakan varus atau samping luar
4.	<i>Collateral mediale</i>	Berjalan dari epicondylus medial ke permukaan medial tibia (epicondylus medilis tibia)	Menahan gerakan valgus atau samping dalam eksorotasi.

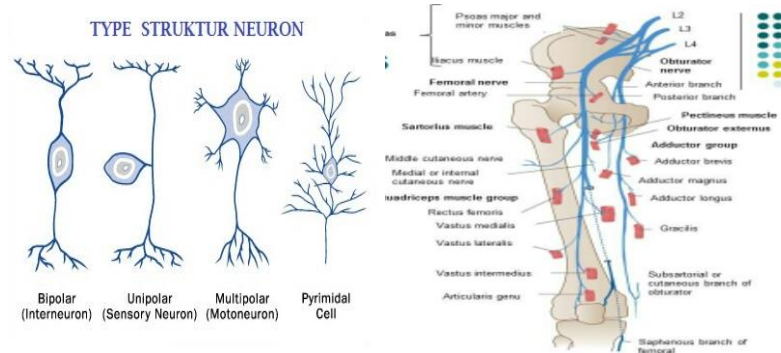


Gambar 2.22. Ligamen pada lutut (Google, 2018)

d. Anatomi persarafan

Tabel 2.6. Saraf (Suryono, 2008)

No.	Tipe reseptor	Fungsi
1.	Tipe I	menjawab regangan dan beradaptasi lambat
2.	Tipe II	korpuskulum besar yang dipasok oleh serabut bermielin sedang beradaptasi cepat
3.	Tipe III	nilai ambang tinggi dan beradaptasi lambat
4.	Tipe IV	saraf bebas serabut-serabut halus tak bermielin yang berperan dalam sensasi nyeri



Gambar 2.23. Persarafan lutut (Google, 2018)

e. Anatomi vena dan arteri

Adapun komponen-komponen dari pembuluh darah arteri dan vena di ekstremitas bawah terutama di area lutut (Suryono, 2008):

1. Arteri

Adalah sistem peredaran darah yang menuju ke tungkai dan vena yang juga memelihara darah sekitar sendi lutut, arteri yang memelihara darah di sekitar sendi lutut.

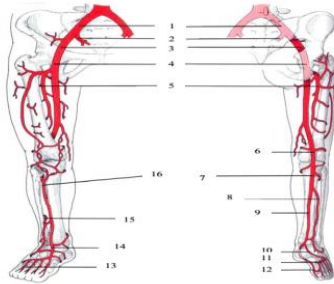
a) Arteri femoralis

Merupakan lanjutan dari arteri iliaca external yang keluar dari cavum abdominalis lacuna vasorum lalu berjalan ke lateral dari venanya kemudian ke bawah menuju ke dalam fossa ilipectinea kemudian masuk ke canalis adductorius sehingga arteri poplitea masuk ke fossa poplitea di sisi medial femur, lalu arteri femoralis bercabang menjadi cabang arteri superficial dan cabang profunda.

b) Arteri poplitea

Merupakan lanjutan dari arteri femoralis melalui canalis addoktorius, masuk fossa poplitea pada sisi flexor sendi lutut, bercabang menjadi:

- *knees superior lateralis*
- *knees superior medialis*
- *knees inferior lateralis*
- *knees inferior medialis*



Gambar 2.24. Arteri (Azizah dan Laelatul, 2008)

Keterangan :

- | | |
|--|---|
| 1 : <i>Common iliac artery</i> | 9 : <i>Posterior tibial artery</i> |
| 2 : <i>Internal iliac artery</i> | 10 : <i>Lateral plantar artery</i> |
| 3 : <i>External iliac artery</i> | 11 : <i>Plantar arterial artery</i> |
| 4 : <i>Femoral artery</i> | 12 : <i>Medial plantar artery</i> |
| 5 : <i>Deep (profiunda) femoral artery</i> | 13 : <i>Dorsal metatarsal artesis</i> |
| 6 : <i>Popliteal artery</i> | 14 : <i>Dorsal artery of foot</i> |
| 7 : <i>Anterior tibial artery</i> | 15 : <i>Perforating branch of personal artery</i> |
| 8 : <i>Proneal artery</i> | 16 : <i>Anterior tibial arteri</i> |

2. Vena

(Suryono, 2008) Adalah pembuluh yang juga berdampingan dengan pembuluh darah arteri. Pembuluh darah vena pada tungkai sebagian besar bermuara ke dalam vena femoralis. Berikut tabel pembuluh darah vena di ekstremitas bawah:

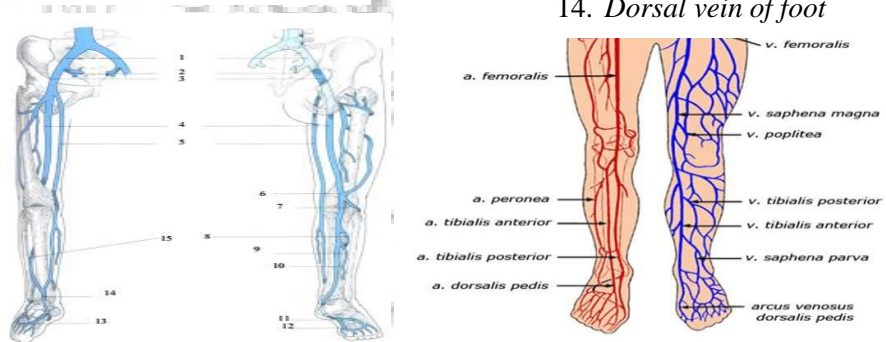
Tabel 2.7. Vena (Suryono, 2008)

No.	Vena	Bermuara ke-
1.	- <i>vena shapena parva</i> - <i>vena poplitea</i> - <i>vena sapena magna</i>	Vena femoralis

Keterangan

1. Common iliac vein
2. Internal iliac vein
3. External iliac vein
4. Femoral vein
5. Great saphenous vein
6. Popliteal vein

7. Small saphenous vein
8. Anterior tibial vein
9. Poroneal vein
10. Posterior tibial vein
11. Lateral plantar vein
12. Medial plantar vein
13. Dorsal venous arch
14. Dorsal vein of foot

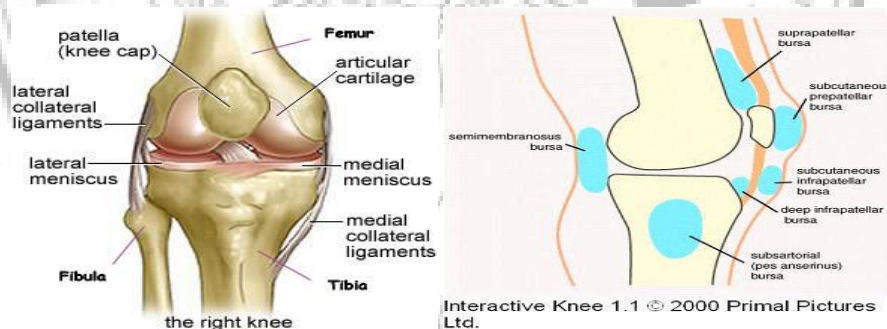


Gambar 2.25. Vena (Azizah dan Laelatul, 2008), Arteri dan vena (Google, 2018)

f. Anatomi jaringan lunak

Tabel 2.8. *Meniscus dan bursa* (Suryono, 2008)

No.	Nama	Fungsi
1.	<i>Meniscus</i>	a. Untuk penyebaran pembebanan b. Peredam kejut (shock absorber) c. Mempermudah gerakan rotasi d. Mengurangi gerakan dan stabilisator setiap penekanan akan diserap oleh meniscus dan diteruskan ke sendi
2.	<i>Bursa:</i> a. <i>Bursa popliteus</i> b. <i>Bursa supra patellaris</i> c. <i>Bursa infra patellaris</i> d. <i>Bursa subcutan prapatellaris</i> e. <i>Bursa sub patellaris</i>	Kantong berisi cairan berdinding tipis dan dibatasi oleh membran synovial yang memudahkan terjadinya gesekan dan gerakan pada lutut



Gambar 2.26. *Meniscus dan Bursa* (Google, 2018)

g. Biomekanika

Biomekanika merupakan ilmu yang mempelajari tentang gerakan tubuh manusia. Yang terdiri dari osteokinematika dan artrokinematika, berikut (Suryono, 2008):

1. Osteokinematika

Menurut Parjoto, lutut termasuk dalam sendi *ginglyus* (*hinge modified*) dan mempunyai gerak yang cukup luas seperti sendi siku, luas gerak fleksinya cukup besar. *Osteokinematika* yang memungkinkan terjadi pada sendi lutut adalah gerak *flexi* dan *extensi* pada bidang segitiga dengan lingkup gerak sendi untuk gerak fleksi sebesar $\pm 140^\circ$ hingga 150° dengan posisi ekstensi 0° atau 5° dan gerak putaran keluar 40° hingga 45° dari awal mid posisi. Fleksi sendi lutut adalah gerakan permukaan *posterior* ke bawah menjauhi permukaan *posterior* tungkai bawah. Putaran ke dalam adalah gerakan yang membawa jari-jari ke arah sisi dalam tungkai (*medial*). Putaran keluar adalah gerakan membawa jari-jari ke arah luar (*lateral*) tungkai. Untuk putaran (*rotasi*) dapat terjadi posisi lutut fleksi 90° , R ($<90^\circ$) (Suryono, 2008).

2. Artrokinematika

Menurut Mudasir, pada kedua permukaan sendi lutut pergerakan yang terjadi meliputi gerak *sliding* dan *rolling*, maka disinilah berlaku *hukum konkaf-konvek*. *Hukum* ini menyatakan bahwa “jika permukaan sendi cembung (*konvek*) bergerak pada permukaan sendi cekung (*kongkaf*) maka pergerakan *sliding* dan *rolling* berlawanan, dan “jika permukaan sendi cekung, maka gerak *slidding* dan *rolling* searah”. Pada permukaan *femur cembung* (*konvek*) bergerak, maka gerakan *slidding* dan *rolling* berlawanan arah. Saat gerak fleksi *femur rolling* ke arah belakang dan *sliddingnya* kebelakang. Dan

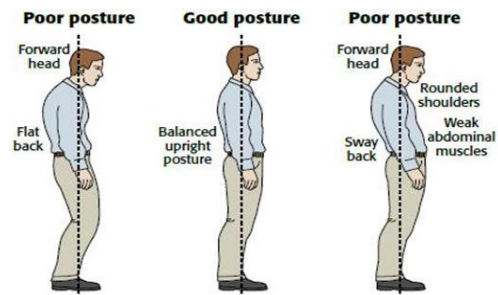
pada permukaan *tibia cekung (konkaf)* bergerak, fleksi ataupun ekstensi menuju ke depan atau *ventral*(Suryono, 2008).

h. Posisi berdiri dan bentuk postur

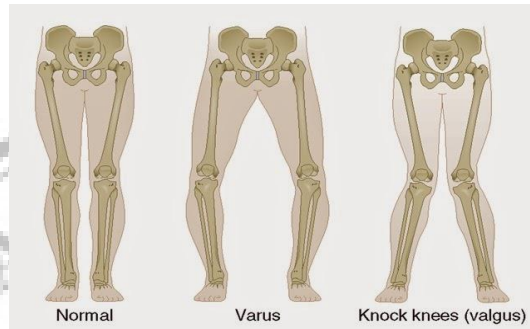
Meskipun kaki menopang tubuh dan berjalan dengan semestinya kemanapun pasti akan ada merasa berat atau mengalami nyeri pada lutut maka dari itu dibutuhkan duduk maupun istirahat. Ketika sendi lutut mengalami gangguan atau nyeri maka terjadi batasan kaki untuk berjalan seperti biasa, kelemahan pada lutut sehingga berpengaruh pada kesalahan postur (berubah) dari kekuatan bahu dan punggung saat proses berjalan (Profesor Raggie Daniele).

Keterbatasan gerakan yang diakibatkan oleh nyeri lutut tersebut membuat seseorang berhenti dalam aktivitas hingga menyebabkan perubahan postur dan bentuk lutut (sendi berubah bentuk menjadi valgus atau varus). Struktur penting seperti ligament cruciatum anterior dan posterior, perone tibia meniscus femur bekerja sebagai penyeimbang postural dilutut dari menahan rasa nyeri (Profesor Raggie Daniele).

Apabila postur tubuh berubah otomatis otot tidak seimbang dalam menghadapi ketegangan perubahan postur dalam bentuk ditekuk (membungkuk), menaiki tangga sehingga otot punggung menjadi kaku dan otot quadriceps menjadi lemah sehingga tidak mampu lutut berdiri tegak dan menghasilkan jalan/langkah kaki yang semi flexi serta mempengaruhi postur tubuh tidak tegak (Profesor Raggie Daniele).



Gambar 2.27. Postur tubuh (Google, 2018)



Gambar 2.28. *Knee Valgus-Varus* (Google, 2018)